

English Translation of the abstract of KR10-2001-9566

APPARATUS FOR ELIMINATING STATIC ELECTRICITY USING SOFT X-RAY

The present invention relates to an apparatus for eliminating electrostatic charges using soft X-ray, particularly that uses soft X-ray in order to eliminate electrostatic charges of electrified powder or accumulated on semiconductor wafers.

The present invention comprises a head unit neutralizing and weakening electrostatic charge on a charged object by generating soft X-ray, a soft X-ray protector covering the head unit and preventing leakage of soft X-ray at the head unit, and a power control unit supplying control signal and control voltage to the head unit so as to control ion generation for adequate soft X-ray generation from the head unit.

The present invention removes electrostatic charges of powder that is charged at the time of powder treatment or manufacturing processes and it decreases the charged voltage to below critical point of fire. So it prevents fire or explosion due to the electrostatic charges, reduces industrial accidents, reduces electrostatic charges generated in the processes of manufacturing semiconductors, prevents destruction of semiconductors, and improves the yield of semiconductors.

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁶
H05G 1/08

(11) 공개번호 특2001-0009566
(43) 공개일자 2001년02월05일

(21) 출원번호 10-1999-0027985
(22) 출원일자 1999년07월12일

(71) 출원인 한국산업안전공단 조순문
인천 부평구 구산동 34-4 6
(72) 발명자 이형수
서울특별시중구신당동840현대아파트7-1305
이동훈
부산광역시남구대연1동1730번지8동1반
(74) 대리인 김성수
심사청구 : 있음

(54) 연 X 선을 이용한 정전기 제거장치

요약

본 발명은 연X선을 이용한 정전기 제거장치에 관한 것으로, 특히 정전기를 띄고 있는 분체의 정전기를 제거하고, 반도체 웨이퍼에 축적된 정전기를 제거하기 위하여 연X선을 이용한 정전기 제거장치에 관한 것이다.

본 발명은, 연X선을 발생시켜 제전대상물체의 정전기를 중화 및 약화시키는 헤드부와, 헤드부를 감싸고 있으며 헤드부로부터 연X선이 누출되는 것을 방지하는 연X선 보호부 및 헤드부가 연X선을 적정하게 발생시키도록 이온 생성을 제어하기 위한 제어신호 및 제어전압을 헤드부로 공급하는 전원제어부를 포함하여 구성된다.

본 발명은 분체의 취급·제조공정에서 대전된 분체의 정전기를 제거하여 착화한계 이하로 대전전압을 저하시킴으로서 정전기 착화로 인한 화재·폭발 사고를 방지하여 산업재해를 줄이고, 반도체 제조공정에서 발생하는 정전기를 완화하여 반도체의 파괴를 저하시켜 반도체의 수율을 향상시킨다.

대표도

도2

색인어

연X선, 정전기 제거

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 종래의 전압인가식 정전기 제거장치의 제전원리를 나타낸 도면.

도 2 는 본 발명에 따른 연X선 정전기 제거장치 구성의 일 실시예를 나타낸 블록도.

도 3 은 본 발명에 의한 전원제어부 구성의 일 실시예를 나타낸 블록도.

도 4 는 본 발명에 의한 헤드부 구성의 일 실시예를 나타낸 블록도.

도 5 는 본 발명에 적용되는 연X선관의 내부 구성도.

도 6 은 본 발명에 적용되는 연X선 발생장치의 이온생성원리를 나타낸 도면.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

100 : 헤드부200 : 연X선 보호부

300 : 전원제어부10 : 제어 케이블

310 : 변압부320 : 정류회로부

330 : 정전압 레귤레이터부340 : 직류/직류 변환부

350 : 제어회로부110 : 펄스신호 구동부

120 : 제2그리드 구동부130 : 고전압 구동부

140 : 고전압 발생부150 : 이온생성관

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야 종래기술

본 발명은 연X선(Soft X-ray)을 이용한 정전기 제거장치에 관한 것으로, 특히 정전기를 띠고 있는 분체의 정전기를 제거하고 반도체 웨이퍼에 축적된 정전기를 제거하는, 연X선을 이용한 정전기 제거장치에 관한 것이다.

근래에 와서 산업의 발달에 따라 합성수지, 합성섬유, 합성고무, 목재가공공장 등의 분체취급공정이 날로 증가되어, 분체입자의 정전기대전에 의한 화재와 폭발의 위험이 증가하고 있다. 또한 새로운 분체를 취급하게 되는 사업장이 증가함으로 인해 분체에 의한 화재·폭발의 잠재적인 위험성이 확대되고 있다. 따라서 분체류의 정전기제거를 위한 적절한 정전기 제거장치를 필요로 하게 되었다.

정전기 대전현상에 기인한 정전기 장애로는 대전전하의 방전장애와 대전에 의한 분진부착이 있다.

상기 대전전하의 방전장애에는 인체로의 전격과 같은 생체현상, 분체로의 착화 또는 폭발, 반도체의 파괴 등과 같은 방전현상 등이 있다. 또한 상기 대전에 의한 분진부착에 의한 장애로는 주위 장치의 표면에서 발생된 정전기에 의해 장기간 부착되는 분체먼지로 인하여 제조공정에서 미칠 수 있는 여러가지 악영향 등이 있다. 제조장치에 하전된 분체 입자는 특히 처리하기가 곤란하다.

따라서 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여 일반적으로 전하의 누설을 촉진하거나 또는 대전된 전하를 제거하는 방법을 사용한다.

상기 전하의 누설대책으로서는 전지가 기본적인 대책이나, 대전된 분체 및 반도체 등과 같은 대전물체에 대해서는 적합하지 않다. 그 밖의 전하의 누설대책으로는 환경습도를 65% RH 정도 이상으로 하는 것도 유효한 대책이지만, 이러한 방법도 역시 생산공정의 여건상 습도를 높여서 제품에 영향을 미치는 경우가 있기 때문에 유효하지 않은 방법이라고 할 수 있다.

대전전하의 제전 또는 완화를 하기 위한 또다른 방법으로 정전기 제거장치가 유효하게 활용되고 있다. 생산공정에 있어서 점화원, 특히 정전기 방전에 기인한 분체류의 착화, 폭발 재해를 방지하기 위해서는 분체류의 정전기 제거를 위한 정전기 제거장치의 개발이 시급한 실정이다. 대전분체의 정전기를 제거하기 위한 방법으로 가장 많이 사용되고 있는 것은 코로나방전식의 정전기 제거장치이다.

코로나방전식 정전기 제거장치는 텅스텐, 실리콘, 글라스 피복등으로 구성된 침 또는 세선형의 전극에 고전압을 인가하고, 코로나 방전에 의해 공기를 이온화하여 제전에 필요한 이온을 생성시킨 후, 생성된 이온에 의해 대전물체상의 정전기를 중화시키는 장치이다.

도 1 은 종래기술에 의한 대표적인 코로나방전식 정전기 제거장치인 전압인가식 정전기 제거장치의 동작원리를 나타낸 것이다. 도시된 바와 같이, 이온생성전극(침전극)에 고전압을 인가하여 코로나방전에 의해 전극주위의 기체가 전리되어 똑같은 양의 양 이온과 음 이온이 생성된다. 이때 상기 생성된 양 또는 음 이온에 의해 대전물체를 중화할 수 있다.

또한 코로나방전식 정전기 제거장치는 인가전압의 형식에 따라서 pulsed DC type과 AC type 및 DC type으로 구분된다.

상기 Pulsed DC type에서는 양, 음 이온의 발생주기를 길게 함수록 좋지만, 발생주기가 너무 길면 양, 음 이온의 재결합율이 저하된다. 즉, 양, 음 이온이 장기간 발생하면서 교반하여 대전물체 표면에 도달하기 때문에 대전표면의 전위는 양 또는 음을 반복하므로 매끈한 대전완화 감쇄를 얻을 수 없다. 최근의 LCD가 수백 볼트의 표면 대전전위에서 파괴되는 것을 생각하면 오히려 수율을 저하시킨다고 할 수 있다.

상기 AC type은 50/60 Hz의 주기로 양, 음의 이온을 발생시키고, 이온은 기류 중에서 혼재하면서 대전체에 도달하기 때문에 대전체에 도달하기 전에 일정한 비율로 이온 재결합율이 높아지게 된다. 따라서 대전체의 중화를 신속히 하기 위해서는 이온의 재결합 비율을 낮추어야 한다.

또한 양, 음 이온의 발생량에는 큰 편차가 생겨서 양 이온의 발생량은 음 이온의 발생량의 10 배 이상으로 되고, 대전표면은 중화되지만 수십 volt에서 200V정도의 잔류대전전압이 나타난다.

상기 DC type에서는 양 또는 음의 전극에 직류전압을 인가하기 때문에, 이온풍이 생겨서 이온을 강하게 날려 보낼 수 있기 때문에 상기 AC type 보다 이온의 재결합율이 높지 않다. 그러나 전극간의 간격이 가까우면 전극간에 스파크가 생기고, 너무 멀어지면 양, 음 이온이 독립적으로 존재하는 영역, 즉 스폿(spot)이 생긴다.

즉, 코로나방전식 정전기 제거장치는 고전압(직류 또는 교류 수천 Volt. 이상)을 침모양의 방전전극에 인가하여 코로나 방전을 일으켜 주위공기로부터 이온을 생성하여 피대전물체의 정전기를 제전하므로, 정전기 제거장치 자신이 착화원이 되어서는 안되도록 반드시 방폭형 구조로 되어야 한다. 그러나 방폭형 코로나방전식정전기 제거장치는 고가일 뿐만 아니라, 유지 및 보수 또한 아주 어려운 실정이다.

코로나방전식 정전기 제거장치는 코로나 방전시의 스퍼터링(sputtering)현상에 의해 전극의 끝부분으로부터 $0.1\mu\text{m}$ 이상의 금속미립자가 엄청나게 발생하며, 이로 인하여 전극의 끝부분에 손상 및 결손이 발생하기 때문에 수개월에 한번씩 전극침을 교체하여야 한다.

또한 본체의 정전기 부착을 촉진하는 O_3 가스의 농도가 4~10ppm 정도 발생되어서 이온극성의 불균형(Unbalance) 등의 문제가 발생하고, 가연성본체에서는 정전기 제거장치 자체가 착화원이 될 수 있으므로 방폭형 구조를 필요로 하게 되는 등, 반도체, PDP(PLASMA DISPLAY PANNEL) 및 TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display) 제조공정에는 사용하기에 적합하지 못하여, 기능 및 보수유지 측면에서 미흡하다는 문제점이 있었다.

최근 초정밀계 전자공업기술의 진보와 함께 바이오 사이언스 분야가 눈부시게 고도화하고 있으나, 이들 분야는 청정 또는 무균에 가까운 클린룸(Clean Room)을 형성하기 위한 공기청정기술을 그 기반으로 한다. 그러나 클린룸에 대전물체가 존재하면 이것에 분진이 정전기력에 의해 흡입되어 부착하기 때문에, 정전기는 오염의 원인이 된다.

따라서 분진을 흡입하여 부착시키는 정전기는 반도체 제조에 있어서 제품수율에 영향을 미치는 주요한 요소 가운데 하나인데, 정전기는 공기중이나 불활성가스 중에서도 접촉과 마찰에 의해서 발생한다. 특히 초고밀도집적 반도체(Ultra Large Scale Integrated circuit: ULSI), PDP(PLASMA DISPLAY PANNEL) 및 TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display)의 제조에 있어서 절연산화막(SiO_2)

2)이나 유리표면은 고절연체이기 때문에 정전기가 쉽게 대전한다. 이와 같은 과정에서 발생하는 정전기는 제품의 신뢰성을 현저히 저하시킬 뿐만 아니라 제품수율 저하의 직접적인 원인이 된다.

이와 같이 정전기에 의한 부유미립자 부착오염은 반도체의 미세화 기술에 대해 극히 큰 장애가 되며, 약간의 오염만으로도 반도체의 특성에 큰 악영향을 주게 될 수 있다. 따라서 대전된 본체의 정전기 제거를 위하여 새로운 제전방식의 필요성이 대두되게 되었다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서 상기한 바와 같이 동작되는 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창안된 본 발명의 목적은, 정전기를 띠고 있는 본체의 정전기제거에 적합하고 반도체공정과 같은 클린룸(Clean Room) 중에서 반도체 웨이퍼(Wafer)에 축적된 정전기를 제거하는데 적합한 무발진형(먼지가 전혀 발생하지 않는 형태)의 정전기 제거장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적과 장점은 하기의 발명의 상세한 설명을 읽고 첨부된 도면을 참조하면 보다 명백해질 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 창안된 본 발명에 따른 바람직한 실시예는, 연X선을 발생시켜 제전대상물체의 정전기를 중화 및 약화시키는 헤드부(100)와; 상기 헤드부를 감싸고 있으며 상기 헤드부로부터 연X선이 누출되는 것을 방지하는 연X선 보호부(200); 및 상기 헤드부가 연X선을 적절하게 발생시키도록 이온 생성을 제어하기 위한 제어신호 및 제어전압을 상기 헤드부로 공급하는 전원제어부(300)를 포함하여 구성된다.

본 발명은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 코로나 제전방식과는 기본원리를 달리하는 연X선(Soft X-ray) 정전기 제거장치를 제공한다. 본 발명에 의한 연X선 정전기 제거장치는 코로나방전식 정전기 제거장치와는 기본적으로 이온생성방법의 원리를 달리한다.

이하 도면을 참조하여 본 발명의 구성 및 동작에 대하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 2는 본 발명에 따른 연X선 정전기 제거장치 구성의 일 실시예를 나타낸 블록도로서, 이에 도시된 바와 같이 연X선을 발생시키는 헤드부(Head Unit)(100)와; 작업자가 방사선에 피폭되지 않도록 상기 헤드부(100)로부터 연X선의 누출을 방지하기 위하여 상기 헤드부(100)를 감싸고 있는 연X선 보호부(200) 및 상기 헤드부(100)와 상기 연X선 보호부(200)와 전기적으로 연결되며 상기 연X선 보호부(200)의 연X선 발생을 적절하게 제어하기 위한 전원제어부(Power control unit)(300)로 구성된다.

연X선의 누출을 방지하기 위한 상기 연X선 보호부(200)는 두께가 1mm의 감판으로 구성하였으며, 안전을 위하여 상기 전원제어부(300)의 동작여부를 제어하는 연동스위치(인터록 스위치)(220)와 상기 연동스위치(220)를 온/오프시키는 도어(210)를 장착하여, 도어(210)가 개방된 상태에서는 상기 헤드부(100)가 연X선을 발생시키지 않도록 설계하였다. 상기 헤드부(100)는 연X선관을 사용하여 연X선을 발생시키며, 상기 전원제어부(300)는 상기 연X선관으로 전압을 공급한다.

도 3은 본 발명에 의한 전원제어부(300) 구성의 일 실시예를 나타낸 블록도를 나타낸 것으로서, 도시된 바와 같이, 헤드부(100)의 연X선관 히터의 전압(직류 +12V)과, 연X선관의 이온 생성을 제어하기 위한 제어신호 및 제2그리드(G2) 제어전압을 공급한다. 이하 본 발명에 의한 전원제어부(300)의 동작 및 효과에 대하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

상기 전원제어부(300)의 변압부(Transformer)(310)는, AC 110V의 입력전원을 공급받아 정류를 수행하는 트랜스포머(1차전압:AC 110V, 2차전압:18V/13V, 용량:20VA)로 구성된다. 변압부(310)로부터 출력된 전압은 정류회로부(320)로 입력되어, 전압 레귤레이터부(330) 및 직류/직류(DC/DC) 변환부(340) 내에서 사용되는 각종 TTI IC, CMOS IC 및 OP AMP를 통하여 전압을 DC +13V, ±15V를 발생시킨다.

상기 전압 레귤레이터부(330)는 상기 정류회로부(320)로부터 전압을 공급받아 정전압원으로서 정전압 IC인 7805, 7812, 7815, 7915를 사용하여 +5V, +12V, ±15V의 정전압을 발생시키며, 상기 직류/직류 변환부(340)는 상기 정전압 레귤레이터부(330)로부터 입력 직류전압 +12V를 받아서 이온생성관의 제2그리드(G2)의 게이트 제어전압인 직류 +150V를 생성한다.

이때 출력전압 +150V는 안정되어야만 안정한 X선을 방출할 수 있기 때문에 그 정도를 ±0.5% 이내로 안정화시키기 위하여 PWM(Pulse Width Modulation) 방식 전용의 IC인 TL494를 사용하여 안정화 전원을 구축한다.

초기에 연X선관의 필라멘트에 직류전압 12V를 공급하여도 즉시 열전자가 방출되지는 않는다. 즉 주위의 조건 특히 온도에 영향을 민감하게 받기 때문에 약 10초 정도는 열전자의 방출을 억제할 필요가 있다.

또한 약 10초 동안 열전자의 방출을 억제하기 위하여 -10V의 펄스전압을 공급하여 열전자를 차단하고 있다. 이를 위하여 트랜지스터 및 CMOS IC인 BU2302, TA75358P, TC4013BP, HD74LS14 등을 사용하여 펄스 제어회로부(350)를 설계한다.

제어회로부(350)는 상기 정전압 레귤레이터부(330)로부터 +12V의 전압을 제공받으며 펄스 발생기(355)를 사용하여 제어신호를 생성한다.

상기와 같이 구성되는 전원제어부(300)는 이온생성관의 히터전압, 펄스신호 구동부(Pulse signal driver) 회로, G2의 제어전압 등을 공급하기 위한 전원부이며, 연동 스위치가 켜진 상태일 경우에만 동작하도록 설계하였다.

또한 도 3에 나타난 바와 같이, PS2(+15V), PS3(-15V), PS4(+12V), PS1(+5V)의 직류 전압을 생성하는 정전압 레귤레이터부(330)를 포함하며, 이온생성관의 이온방출을 안정하게 구동하기 위해 BU2302, TA75358P, TC4013BP, HD74LS14 등을 사용하여 구성된 펄스발생기를 포함하는 제어회로부(350)를 설계하였다.

또한 이온생성관의 G2 제어전압을 안정하게 공급하기 위해 PWM(TL494) 발생회로를 사용하여 직류/직류 변환기(340)를 설계·제작하였다.

도 4는 본 발명에 따른 헤드부(100) 구성의 일 실시예를 나타낸 블록도로서, 도시된 바와 같이, 이온생성관(soft X-ray tube)(150)과 직류 고전압 구동부(130), 고전압 발생부(140), 펄스신호 구동부(Pulse signal driver)(110) 및 제2그리드(G2) 구동부(120)로 되어 있다. 이하 상기 도 4를 참조하여 본 발명에 따른 헤드부(100)의 동작 및 효과에 대하여 설명하면 다음과 같다.

상기 이온생성관(150)은 이온을 생성하여 연X선을 발생시키기 위한 진공관으로 구성되며, 연X선을 생성하기 위하여 이

온생성관의 창(target)은 베릴륨(Be) 박막에 티타늄(Ti)을 증착시킨 재질을 사용한다.

도 5 는 본 발명에 적용되는 연X선관(150)의 내부 구성도로서, 이에 도시된 바와 같이, 상기 연X선관은 전자를 발생시키는 필라멘트와; 금속타겟(Be)이 들어있는 연X선관, 전자를 고속으로 가속시키는 고전압 발생부 및 게이트(Gate) 제어회로로 구성되어 있다. 연X선은 상기 필라멘트에 의하여 발생되어 상기 고전압발생부에 의하여 가속된 전자가 상기 금속타겟에 충돌하여 발생된다.

도 6 은 본 발명에 적용되는 연X선 발생장치의 이온생성원리를 나타낸 도면으로서, 이에 도시된 바와 같이 연X선 발생장치는 코로나 방전에 의해 이온을 발생시키는 종래의 정전기 제거장치와 달리 에너지가 높은 빛(파장 1.2Å)을 조사하기 때문에, 직접 가스분자를 이온화하여 불활성가스안에서도 제전이 가능하다.

본 발명에서 연X선을 발생시키기 위한 타겟 전압은 9,500V이고 타겟 전류는 190μA으로서, 발생 연X선량은 최대 약 3R/h 이하이다.

도 4 에서, 상기 제2그리드(G2) 구동부(120)는 이온생성관(150)의 제2그리드(G2) 제어전압인 직류 +200V를 발생시키며, 펄스신호 구동부(110)는 전원전압의 변동 및 주위의 온도변화 등에 의한 불균일한 연X선 방출을 억제하기 위해 이온생성관(150)의 제1그리드(G1)에 가해지는 -10V 펄스 신호를 제어한다.

펄스신호 구동부(110)는, 전원전압의 변동 및 주위 온도변화 등에 의한 불균일한 연X선 방출을 제거하기 위해, 전원제어부(300)로부터 펄스신호를 받아 이온생성관(150)의 전자 방출량을 제어하는 회로이다. 안정된 -10V 펄스 신호를 생성하기 위하여 High Instrumentation OP AMP인 OP37을 사용하여 안정화를 구축하였으며, 특히 G2의 제어전압인 직류 +200V를 생성하기 위하여 제너 다이오드를 사용한 에미터 펠로우(Emitter Fellower) 회로를 채택한다.

상기 이온생성관(150)을 구동하기 위해서는 애노드(Anode) 단자에 안정된 직류 고전압(DC 9.5KV, 190μA), 즉 열전자 가속전압을 제공할 필요가 있다. 안정된 직류고전압을 얻기 위해 펄스신호(제어신호)를 받아 고압 전원장치를 구동하기 위한 구동회로로서, 2SC2334를 사용하여 설계된 직류 고전압 구동부(high voltage driver circuit)(130)를 사용한다.

또한 고전압 발생부(140)는 TL494 PWM(Pulse width modulation)발생회로로 구성된 DC/DC 변환기로서 설계 및 제작된다.

상기와 같이 구성되는 연X선 정전기 제거장치의 특징은 고농도의 이온 및 전자를 생성할 수 있기 때문에 상당히 단시간 내에서 제전이 가능하며, 또한 잔류정전기전압이 대단히 낮고 대기압 상태의 불활성가스 분위기 중에서도 제전이 가능하다는 것이다.

연X선을 이용한 정전기 제거장치는 대전물체 근방의 주위가스를 전리시켜 이온이나 전자를 생성하여 대전물체 표면을 제전한다. 이온의 반송을 위하여 송풍장치가 필요한 종래의 코로나방전식 정전기 제거장치와는 달리, 광조사 방식을 사용하므로 무풍상태의 분위기 속에서도 제전할 수 있는 이점을 가지고 있다.

광조사식 정전기 제거장치에는 자외선조사와 연X선조사의 2가지 방법이 있다. 자외선조사식 정전기 제거장치는 불활성 기체속이나 감압 진공분위기 내에서 유효한 정전기 제거장치술이나, 산소를 포함한 분위기중에서 조사하면 오존 생성에 에너지가 소비되어 이온이 발생되지 않는 단점이 있다.

한편 본 발명에 이용된 연X선 조사식 정전기 제거장치는 대기압 불활 성기체중이나 산소를 함유한 분위기중(물론 공기 중)에 있어서 유효한 정전기 제거장치술이다.

X선은 방사선의 일종으로서 물질 투과성에 따라서, 얇은 공기층에 의해서도 쉽게 흡수되는 투과성이 낮은 것을 연X선, 펄트겐 등에 사용하는 투과성이 높은 것을 경X선으로 구분한다.

전자파에서 X선은 그 파장이 대략 $1 \times 10^{-9} \text{m}$ 에서 $6 \times 10^{-12} \text{m}$ 까지이고 주파수는 $3 \times 10^{17} \text{Hz}$ 에서 $5 \times 10^{19} \text{Hz}$ 까지이다. 연X선의 파장은 수 Å ~수백 Å이고 경X선은 0.01 Å ~1 Å이다.

연X선의 에너지는 경X선에 비해 수십분의 일 정도로 낮다. 또한 연X선은 비교적 안전성이 높기 때문에 피부암의 치료에 이용되는 경우가 많다. 직접 조사된 경우라도 효과는 일반적으로 깊이 2~3 mm의 피부주위에 한정된다. 따라서 경X선과 비교하면 훨씬 파장이 길고 투과성도 낮기 때문에 체내 심부의 분열세포로 도달하는 일은 없다. 표 1 은 연X선과 경X선의 특징을 비교한 것이다.

[표1]

구 분	파 장	에 너 지	용 도
연X선	수 Å ~수백 Å	수 keV	분석용

경X선	0.01 A ~ 1 A	수십 ~ 수백 keV	의료용, 공업용
-----	--------------	-------------	----------

연X선은 에너지가 높기 때문에 공기 분위기중의 가스분자를 이온화할 때 오존(O_3)은 생성되지 않고 산소분자는 신속히 $O_2^+ + e^-$, $O^+ + e^-$ 등의 이온으로 전리해 다른 가스분자 이온과 함께 제전에 기여한다. 그러나 기체의 광흡수율은 빛의 파장이 짧아짐에 따라 저해된다. 연X선의 광흡수율은 1/10

$3 \sim 1/10^5$ 로써 감압하에서는 광자를 흡수하는 가스분자의 양이 적으므로 연X선에 의한 이온생성은 극히 감소한다.

따라서 연X선 정전기 제거장치는 대기압(760Torr)하의 분위기에서 효과를 발휘할 수 없다. 본 발명에 의한 연X선 정전기 제거장치는 파장 1.2Å 이상의 연X선을 사용하는데, 이 파장은 빛의 에너지가 높기 때문에 가스분자를 직접 이온화한다. 또한 광자흡수에 의해 전리된 전자는 높은 운동에너지를 얻으므로 전자사태를 유발한다. 이때 전리된 전자는 부이온이 되기 쉬운 분자(CO

2, NO₂ 등)와 결합해서 부이온이 된다.

연X선 정전기 제거장치의 제전능력은 모의대전전압을 10% 정도까지 저하하는 시간적 비율과 잔류대전전위로 나타낼 수 있다. 이온에 의한 중화이고 정전기 제거장치의 이온생성능력이 크면 당연히 단시간에 정전기제전이 가능하다.

본 발명에 의해 개발된 연X선 정전기 제거장치를 사용하여 대전물체와 정전기 제거장치와의 설치거리, 정전기 제거장치 설치각도, 도전성 차폐막의 설치에 따른 제전성능 비교, 발전특성 및 인체유해성에 대한 실험을 실시하였다. 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다:

- 1) 대전물체의 대전상태에 따라서 적절한 설치거리를 선택하여야 하는데 실험결과 정전기 제거장치의 최적 설치거리는 200~400mm일 때 유효한 제전능력을 얻었다.
- 2) 정전기 제거장치의 설치각도에 따라서 제전효율의 차이는 별로 없으나 60°이내 일때가 비교적 우수하였다.
- 3) 연X선 정전기 제거장치의 발생 이온전류는 최대 +328nA, -284nA로 나타났다. 설치거리 100mm까지는 이온전류가 증가하였으나, 100mm이상에서는 서서히 저하하여 900mm에서 10~9nA로 포화하였다.
- 4) 본 발명에서 개발된 연X선 정전기 제거장치는 미립자나 분진의 오염이 전혀 생기지 않은 것으로 반도체나 TFT-LCD 제조공정에 적합하다.
- 5) 연X선 정전기 제거장치로부터의 이격거리에 따른 연X선량을 측정한 결과 일본전리방사선장해방지규칙(6.25 μ Sv/h) 및 국제방사선방호위원회(1 mSv/year)의 규정한계값보다 높게 나타났다. 그러나 두께 2mm이상의 PVC판으로 차폐한 경우 1 nSv/h 정도로 저하하였다. 이로 미루어 볼 때 적절한 차폐판으로 완벽하게 보호할 수 있다.

본 발명에 의하여 연X선을 이용한 정전기 제거장치(또는 광조사식정전기 제거장치)는 대전물체 근방의 주위가스를 전리시켜 이온이나 전자를 생성하여 대전물체 표면을 제전한다. 따라서 연X선 정전기 제거장치는 대기압 불활성 기체중이나 산소를 함유한 분위기중(물론 공기중)에 있어서 유효한 정전기 제거장치술이다.

제전대상물체인 가연성 분체 및 반도체 제조공정에서 발생하는 정전기를 중화·완화시키는 방법으로 가장 적합한 정전기 제거장치로서 연X선을 이용한 정전기 제거장치를 개발하는데 그 필요성과 중요성이 있다고 할수 있다.

본 발명은 기 제품화된 연X선관과, 이를 구동하기 위한 안정화된 고전압 전원공급기 및 제어회로로 구성된 정전기 제거장치를 개발하고, 연X선관으로부터 발산되는 연X선을 이용하여 위에서 언급한 공정에 가장 적합한 정전기제거시스템을 구축한다. 즉, 정전기 제거장치로부터는 전혀 먼지가 발생하지 않을 뿐만 아니라, 주위의 인화성 물질에의 착화의 위험성이 거의 없다. 따라서 연X선조사 제전방식은 코로나방전식 정전기 제거장치에 비해서 다음과 같은 장점을 갖고 있다:

- 1) N₂, Ar 등의 불활성가스의 분위기에서도 제전이 가능하다.
- 2) 잔류대전전위를 거의 0V로 유지할 수 있다.
- 3) 단시간(거의 1ms 정도) 내의 제전이 가능하다.
- 4) 주위 분위기중의 가스 의존성이 없다.
- 5) 전극을 사용하지 않으므로 무발진(Dust Free)이 가능하다.
- 6) 전자 잡음(Noise)이 없다.
- 7) 별도의 유지 및 보수가 필요없다.(Maintenance Free)

발명의 효과

이상에서 상세히 설명한 바와 같이 동작하는 본 발명에 있어서, 개시되는 발명중 대표적인 것에 의하여 얻어지는 효과를 간단히 설명하면 다음과 같다.

본 발명은, 분체취급이나 제조공정에서 대전된 분체의 정전기를 제거하여 착화한계 이하로 대전전압을 중화 및 저하시킴으로서, 분체를 사용하는 공정, 특히 사료공장, 식품가공공장, 고분자제조화학공장, 목재가공공장 등에서는 부유분진의 정전기대전으로 인한 화재·폭발사고를 방지하며, 반도체제조공정에서 발생되는 정전기를 완화하여 정전기로 인한 반도체의 파괴를 사전에 예방하여 반도체의 수율을 향상시킬 수 있다.

또한 본 발명에 의한 연X선 정전기 제거장치는 대기압 불활성기체중이나 산소를 함유한 분위기 중에서 유효하기 때문에, 반도체, TFT-LCD 및 PDP 등을 제조하는 공정에 적합하다. 즉, 본 발명에 의한 연X선 정전기 제거장치는 무발전, 오존이생성일 뿐만 아니라 전자 및 정전유도가 전혀 없고, 또한 대전체의 정전기 전압을 수십볼트까지 완화시킬 수 있다는 장점을 가진다.

(57)청구의 범위

청구항1

연X선을 발생시켜 제전대상물체의 정전기를 중화 및 약화시키는 헤드부와;

상기 헤드부를 감싸고 있으며 상기 헤드부로부터 연X선이 누출되는 것을 방지하는 연X선 보호부; 및

상기 헤드부가 연X선을 적정하게 발생시키도록 이온 생성을 제어하기 위한 제어신호 및 제어전압을 상기 헤드부로 공급하는 전원제어부를 포함하여 구성되는, 연X선을 이용한 정전기 제거장치.

청구항2

제 1 항에 있어서, 상기 연X선 보호부는 두께가 1 내지 2mm인 감판으로 구성된 격실(Chamber)로 구성되는, 연X선을 이용한 정전기 제거장치.

청구항3

제 2 항에 있어서, 상기 연X선 보호부는, 상기 격실 내에 상기 전원 제어부의 동작을 제어하는 연동(interlock) 스위치와 상기 연동 스위치를 온/오프시키는 도어를 장착하여, 상기 도어가 개방된 상태에서는 연X선이 발생되지 않도록 설계되는, 연X선을 이용한 정전기 제거장치.

청구항4

제 1 항에 있어서, 상기 전원제어부는,

120V의 교류전원을 공급받아 정류하는 변압부와;

상기 변압부에서 정류된 교류전원을 입력받아 직류전원으로 변환하는 정류회로부;

상기 정류회로부로부터 출력된 직류전원을 입력받아 다수의 정전압인 PS1, PS2, PS3, PS4를 발생시키는 정전압 레귤레이터부;

상기 정전압 레귤레이터부로부터 +12V의 직류전압을 입력받아 직류 +150V의 PS5 신호를 생성하는 직류/직류 변환부; 및

상기 정전압 레귤레이터부로부터 +12V의 직류전압을 입력받아 소정시간동안 열전자를 차단하기 위한 -10V의 펄스제어전압을 공급하는 제어회로부를 포함하여 구성되는, 연X선을 이용한 정전기 제거장치.

청구항5

제 1 항 내지 제 4 항 가운데 어느 한 항에 있어서, 상기 헤드부는,

이온을 생성하기 위한 진공관으로 구성되어 제1그리드(G1)와 제2그리드(G2), 및 애노드로 입력된 신호에 의하여 연X선을 발생시키는 이온생성관과;

상기 전원제어부의 제어회로부로부터 펄스제어신호를 공급받아 상기 이온생성관의 제1그리드(G1)로 공급하여 전원전압의 변동 및 주위의 온도변화 등에 의한 불균일한 연X선 방출을 억제하는 펄스신호 구동부;

상기 전원제어부의 직류/직류 변환부로부터 PS5를 입력받아 상기 이온생성관의 제2그리드(G2)로 공급하는 제2그리드(G2) 구동부;

상기 전원제어부의 정전압 레귤레이터로부터 다수의 정전압인 PS1, PS2, PS3, PS4를 입력받아 열전자 가속전압인 직류 고전압의 제어신호를 발생시키는 고전압 구동부; 및

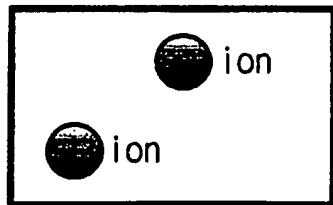
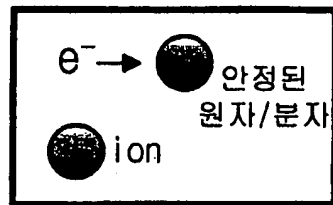
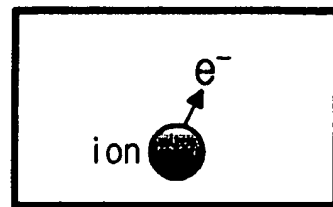
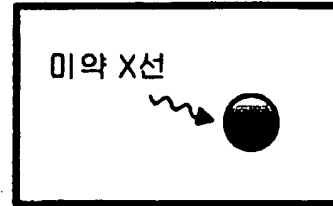
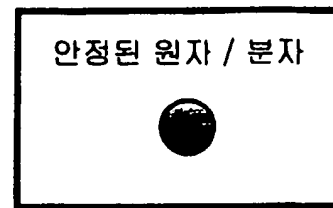
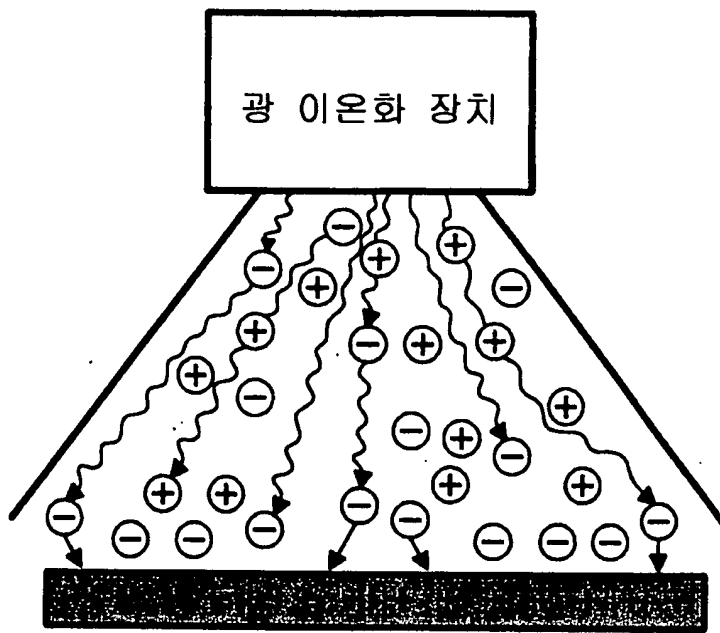
상기 고전압 구동부로부터 상기 제어신호를 입력받아 상기 이온생성관의 애노드로 고전압을 공급하는 고전압 발생부를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는, 연X선을 이용한 정전기 제거장치.

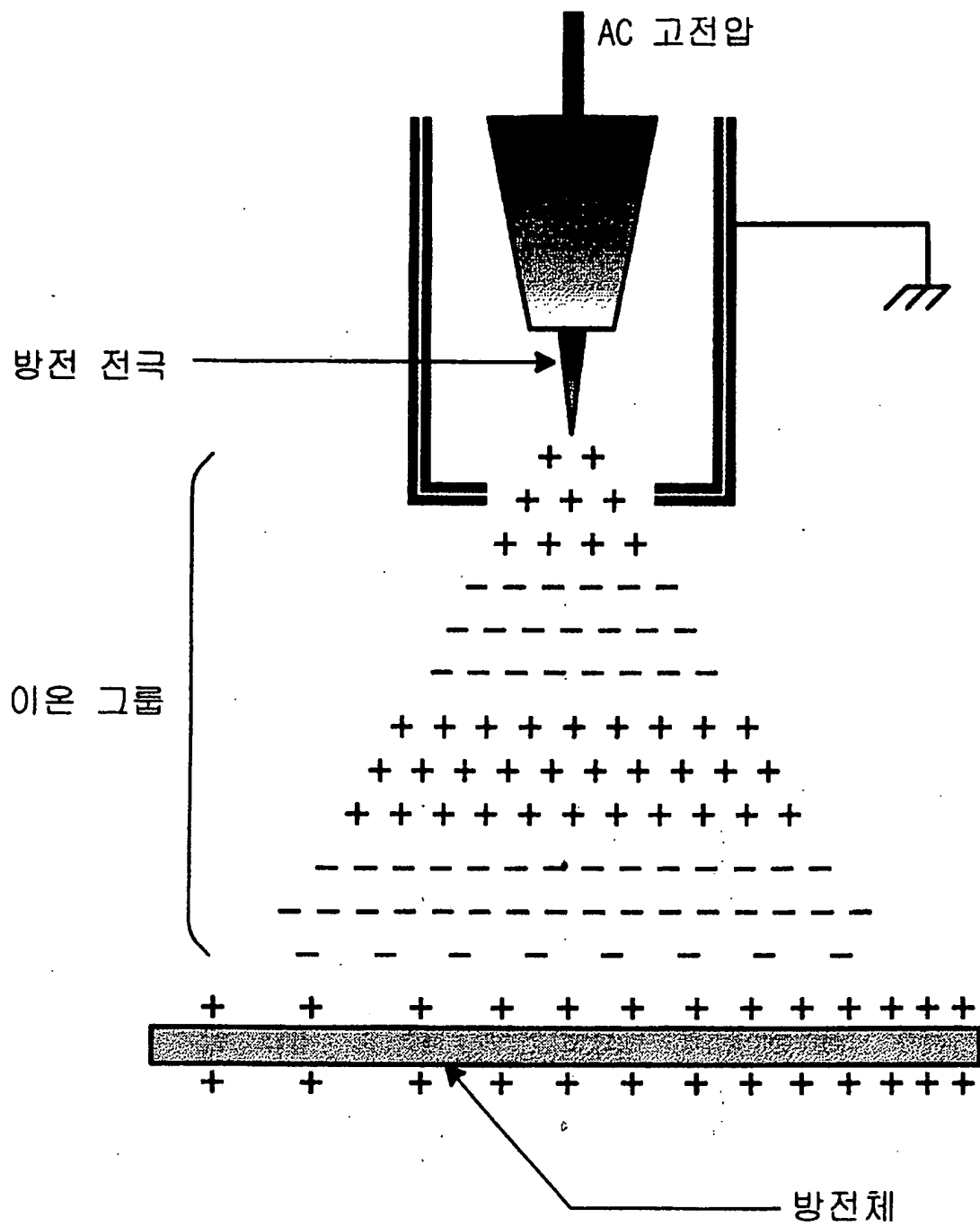
청구항6

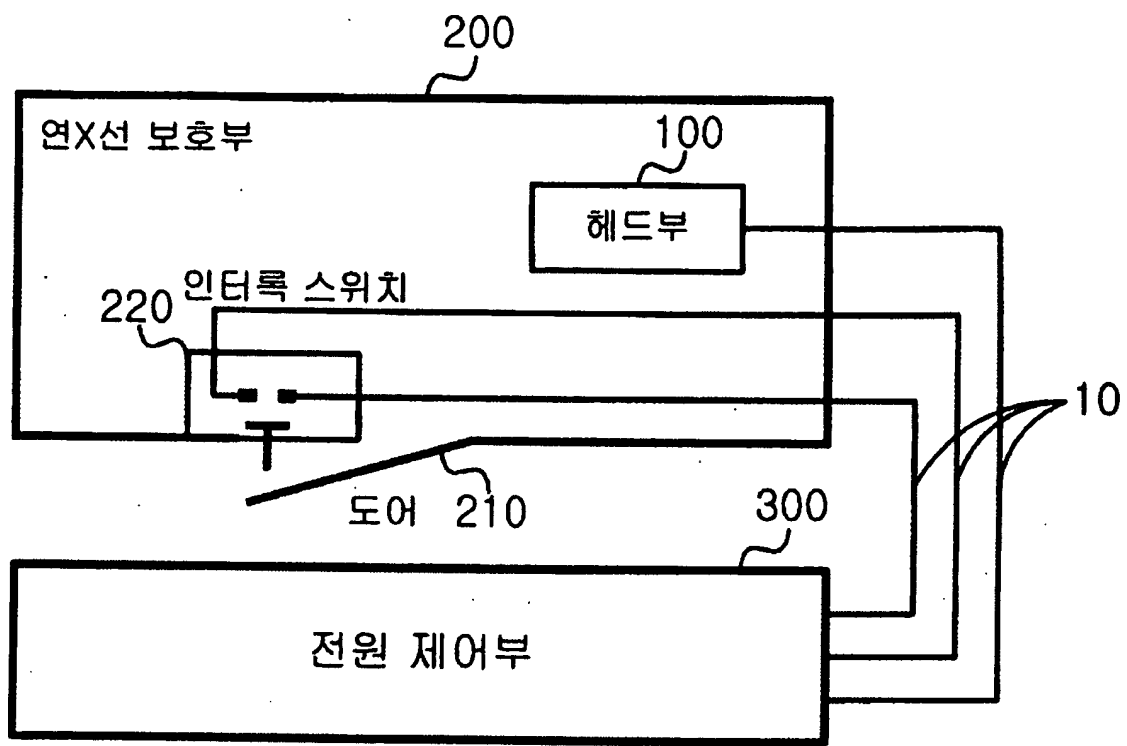
제 5 항에 있어서, 상기 이온생성관은 베릴륨(Be) 박막에 티타늄(Ti)을 증착시킨 재질로 제조된 창을 사용하는, 연X선을 이용한 정전기 제거장치.

도면

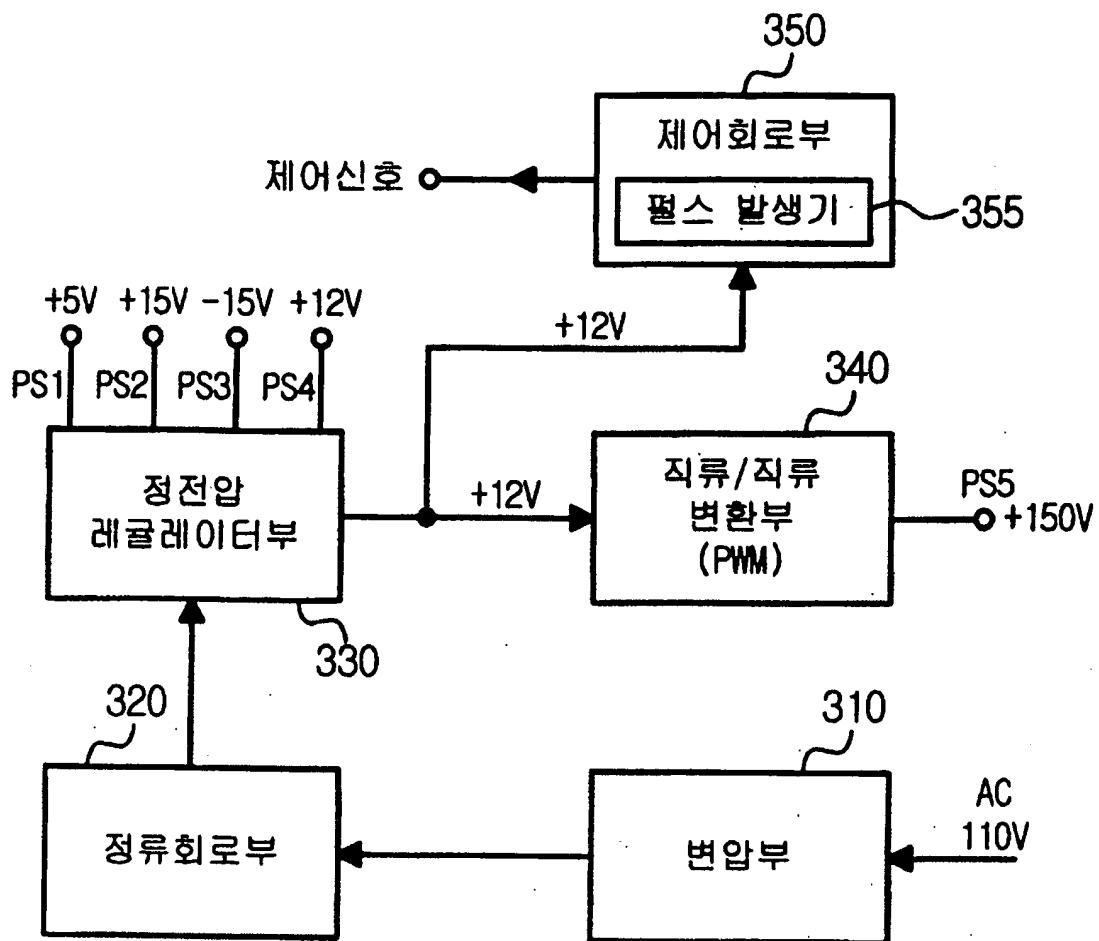
도면1



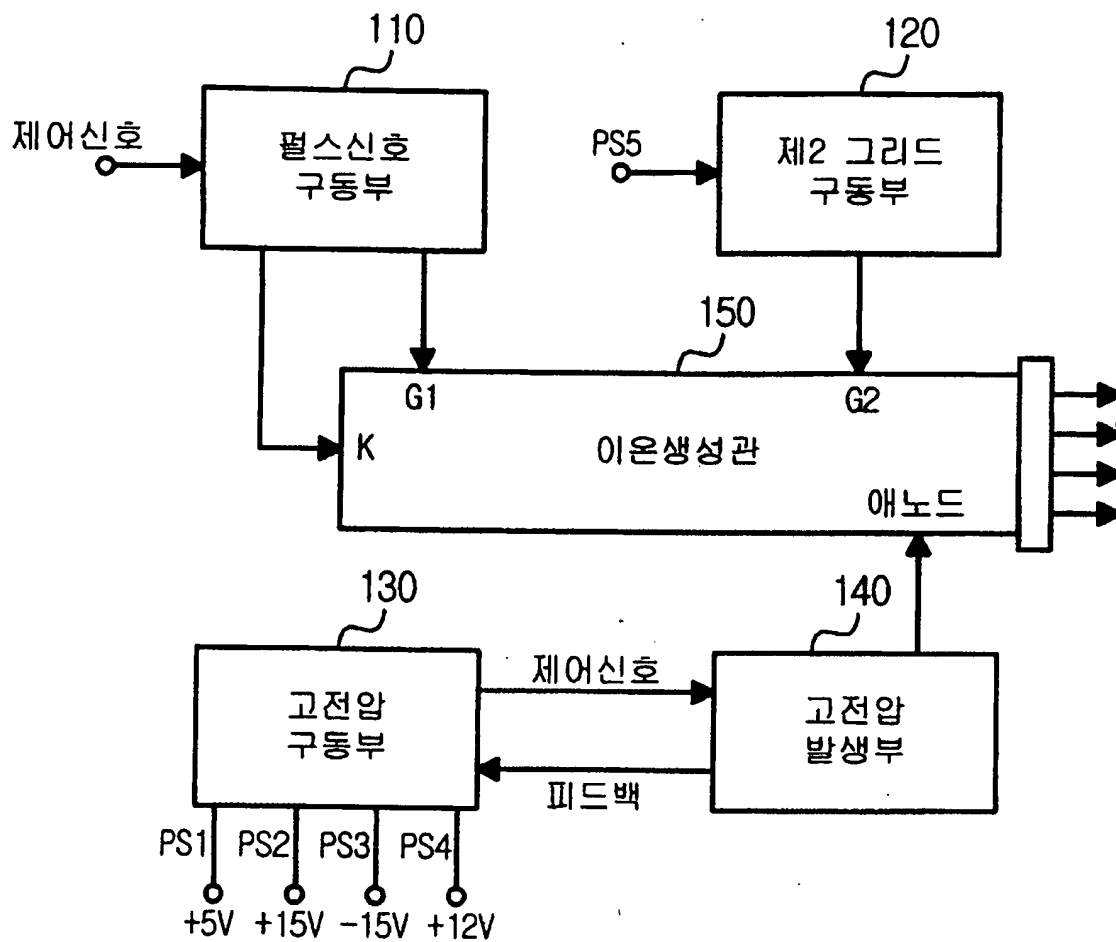




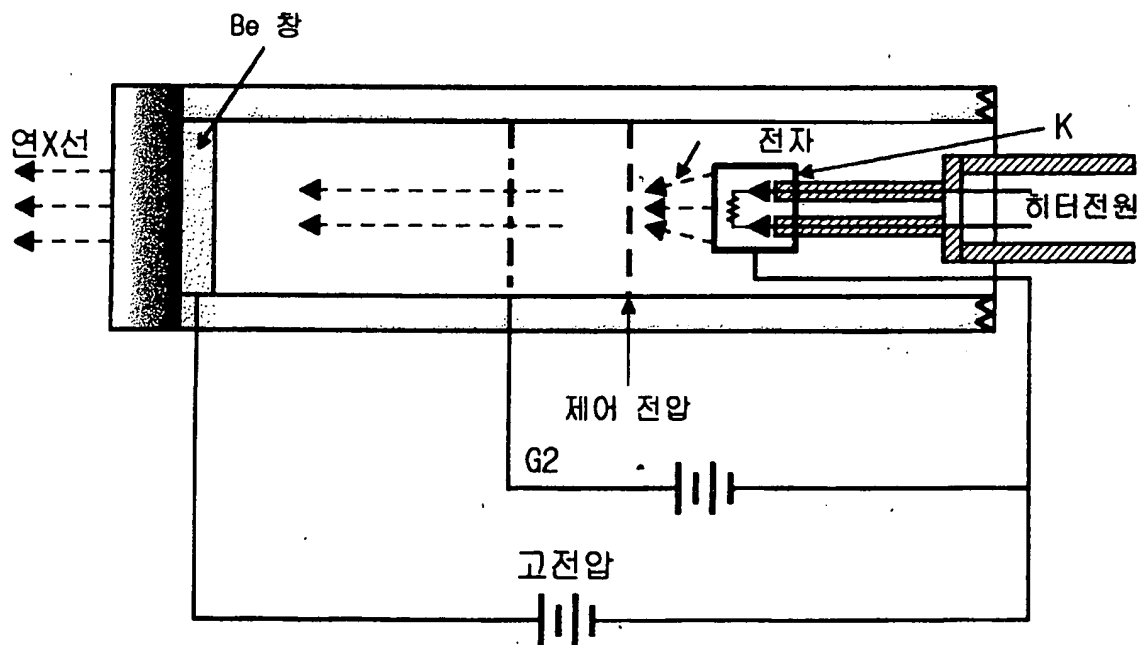
도면3



도면4



도면5



도면6